

**CUANTIFICACIÓN DE RIESGOS OPERACIONALES ASOCIADOS A
PROYECTOS DE INVERSIÓN EN LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS LÁCTEOS
FERMENTADOS**



HECTOR IVAN FRANCO FIGUEREDO

COD 1301048

**Tutor de Trabajo de Grado:
Ing. Freddy León Reyes.**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS
2015**

CUANTIFICACIÓN DE RIESGOS OPERACIONALES ASOCIADOS A PROYECTOS DE INVERSIÓN EN LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS LÁCTEOS FERMENTADOS

QUANTIFICATION OF OPERATIONAL RISK ASSOCIATED TO THE INVESTMENT PROJECTS IN THE DAIRY INDUSTRY

Héctor Iván Franco Figueredo
Especialista en Gerencia Integral de Proyectos, Ingeniero en Mecatrónica.
Universidad Militar Nueva Granada.
Bogotá, Colombia
HectorIFranco@outlook.cm

RESUMEN

En el presente artículo se presenta la cuantificación de un riesgo operacional asociados a proyectos de inversión de capital "CAPEX" que son desarrollados en una empresa perteneciente a la industria de lácteos fermentados en Colombia. El documento presenta, de manera detallada, el planteamiento de la cualificación de los riesgos identificados y la cuantificación de un riesgo operacional, ambas evaluaciones serán utilizadas como un complemento a las técnicas y metodologías existentes donde se desarrollan prácticas de identificación y administración de riesgos en las etapas de planeación y ejecución de proyectos. Como resultado final se encuentra una base de datos de riesgos operacionales y la cuantificación del riesgo con mayor impacto en el presupuesto de inversión

Palabras Clave: CAPEX, Riesgo, Modelo, Planeación, PMI, PMBook, Vertical Ramp-Up.

ABSTRACT

This paper shows the quantification of an operational risk, associated with capital investment projects "CAPEX" developed in a company belonging to the fermented dairy industry in Colombia. The document have in detail, the qualification of the risks identified and the quantification of one operational risk, both evaluations will be use as a complement to the existing techniques and methodologies where are identified and management the risk during the stages of planning and implementation of projects. At the end as result there is a database of operational risks and the quantification of one risk with greater impact on the investment budget.

Keywords: CAPEX, Risk, Model, Methodology, Planning, PMI, PMBoo, Vertical Ramp Up.

INTRODUCCIÓN

Colombia se caracteriza por ser un país de naturaleza agrícola y por tanto su economía se basa en la producción de bienes primarios para la exportación y el mercado interno. En las últimas dos décadas se ha observado un crecimiento considerable en la industria láctea y sus derivados, y por tanto anima a los industriales del sector a continuar su expansión nacional [1]. Grandes empresas nacionales y multinacionales del sector han apostado a la evolución permanente mediante el desarrollo de nuevos e innovadores proyectos, donde su objetivo es crear productos atractivos y de excelente calidad. Bajo estas premisas una multinacional dedicada al sector, ha venido incursionando desde hace 7 años en el mercado colombiano con productos frescos e innovadores, el desarrollo de estas estrategias ha conllevado a que se hagan modificaciones en los procesos tradicionales de producción y comercialización, consecuente con esto, los volúmenes de producción debieron ser ajustados al dinamismo de los mercados marcados por una tendencia de conocimiento constante en los indicadores de ventas. Como respuesta a todo este tipo de adaptaciones y en especial a los cambios de capacidades en la planta de producción, han sido requeridos grandes proyectos con cifras significativas de capital.

El Project Management Institute (de ahora en adelante PMI) es la principal asociación mundial sin ánimo de lucro de profesionales para la administración de proyectos, programas y portafolios. Fundada en 1969, el PMI ofrece normas reconocidas a nivel mundial, certificaciones, herramientas de investigación académica, publicaciones y cursos de desarrollo profesional [2]. A través de la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®) en su quinta edición, se proporcionan pautas para la dirección de proyectos individuales y se definen conceptos relacionados con la dirección de proyectos. ***“Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único de manera satisfactoria”*** [3]. Durante este esfuerzo temporal o también denominado ciclo de vida de un proyecto, no se debe desconocer la relevancia que representan los riesgos, ya que estos afectan de manera positiva y/o negativa la implementación y culminación del mismo, con altos estándares de calidad. Desde hace varios años, en el entorno académico y empresarial se han venido desarrollando diversas técnicas cualitativas y cuantitativas para determinar la frecuencia y el impacto de los riesgos en los proyectos. Consecuente con esto y como es destacado por el PMI a través del PMBOK en el capítulo de la gestión de los riesgos del proyecto: ***Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto consisten en aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos en el proyecto.*** [4].

Las inversiones de capital o CAPital EXpenditures (de ahora en adelante CAPEX) para proyectos de innovación y/o mejoramiento continuo son enfocadas para generar

beneficios económicos y financiero, dichos recursos se utilizan en la compra o mejora de activos no corrientes, como podrían ser: maquinaria, inmuebles, fábricas, en este caso debe ser interpretado como inversiones para el mejoramiento continuo de los procesos y la reducción los gastos de la operación. Pero las expectativas e incertidumbres para el desarrollo de estos proyectos son grandes; cada nuevo desarrollo que implique creación, adaptación o mejoramiento de cada producto es un aprendizaje, por tanto medidas de prevención han sido adoptadas para potencializar beneficios y contrarrestar impactos, de manera tal que se han adaptado o creado metodologías para determinar los riesgos operacionales que conlleva el desarrollo de los mismos, grandes oportunidades están presente en los actuales procedimientos porque las técnicas han sido enfocadas a determinar de manera cualitativa pero no cuantitativa.

Por esta razón es de gran importancia realizar una cuantificación de los diferentes costos que representan los riesgos operacionales a una inversión de capital, y así poder generar proyecciones financieras que puedan subsanar los efectos negativos que estos podrían causar o potencializar/maximizar las incidencias positivas. En visto de ello el presente documento tiene como objetivo presentar una propuesta para la cuantificación de un riesgo operacional asociado a proyectos de inversión en la industria de productos lácteos fermentados; son presentadas estimaciones que están basadas en las estadísticas de los proyectos ya ejecutados. A su vez es propuesto un mejoramiento a las técnicas existentes de identificación, tipificación y clasificación de riesgos, mediante un complemento basado en la metodología PMI para la gestión de riesgos.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

1.1. Antecedentes

La gestión de proyectos donde es contemplado el uso de capital de inversión, en el contexto actual de la compañía es cada vez más complejo, porque estos presentan una tendencia de crecimiento tanto en tamaño de inversión como en número, y a su vez por la naturaleza propia de los proyectos ya que estos son cambiantes, con recursos limitados, presentan plazos de ejecución cada vez más cortos y están acompañados con las altas expectativas de rendimiento. Bajo este contexto, los riesgos de fallos aumentan y sino son controlados las consecuencias son generalmente demasiado desfavorables.

La metodología existente para la gestión de proyectos de la compañía, se basa en las mejores prácticas desarrolladas y creadas a partir de lecciones aprendidas de los centros de producción que están distribuidos alrededor del mundo, y que son consolidadas, analizadas, adaptadas y publicadas por un grupo de expertos de la compañía, esta tiene como objetivo ofrecer a todos los actores de los proyectos

industriales, los métodos y las herramientas básicas para aumentar las posibilidades de éxito de los proyectos. Dicha metodología se divide en 6 fases básicas para proporcionar una mejor gestión y control: Necesidades, Definición preliminar, Definición detallada, Ejecución, Ramp-Up y Cierre. Estas fases son definidas en términos de tiempo y logros específicos. Es definido que al final de cada fase hay que garantizar que los entregables producidos cumplen con su propósito y que los miembros del equipo del proyecto se preparan adecuadamente para la siguiente fase. Algunos de los entregables deben actualizarse y evaluarse al final de diferentes fases. En cada fase son descritas la lista de productos (indicadores y documentos) que deben completarse.

En cada nuevo proyecto que se lleva a cabo, a menudo los problemas suelen aparecer durante las pruebas de funcionamiento y la puesta en marcha, a pesar de que durante el diseño, la fabricación e instalación parecen haber transcurrido sin problemas. Durante este período, el equipo de producción, ingeniería y mantenimiento trabajan duro para eliminar los errores en los nuevos equipos e instalaciones. Son realizadas muchas mejoras antes que la operación normal puede empezar, y se deben corregir problemas tales como: Mala selección de materiales en la fase de diseño, errores que ocurren durante la fabricación de los equipos y errores de instalación.

Los retrasos causados por este tipo de problemas son muy costosos y tienen un impacto directo en la ejecución de los proyectos, pero muchos de estos problemas se pueden evitar si en las fases iniciales del proyecto son diagnosticados los problemas y los riesgos potenciales. En general, la gente nota muy pocos problemas y riesgos en la fase de diseño, pero el costo de corregir más adelante es considerablemente mayor. Por tanto es de gran importancia realizar la cuantificación de algunos de los riesgos más comunes y con ello crear una línea de costo base donde este contemplado un presupuesto de contingencia para reaccionar ante este tipo de eventualidades, de ello se depende una estrategia clave que es simple: Minimizar los errores u omisiones junto con las demoras que ocasionan al identificar o predecir desde el inicio del proyecto específicamente en la fase de definición detallada y así lograr como resultado un "Vertical Ramp-Up" del proyecto.

El PMBOK en su quinta edición presenta mediante su capítulo de Gestión del Riesgo, un modelo para realizar el análisis cuantitativo de riesgos en el cuál se detalla que: *Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos es el proceso de analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que genera información cuantitativa sobre los riesgos para apoyar la toma de decisiones a fin de reducir la incertidumbre del proyecto.*

1.2. Planificación de Riesgos

La aplicación real de la gestión de riesgos, puede ser pensado como un ciclo repetitivo, ya que comienza lo antes posible con el grupo de procesos pertenecientes a la etapa de planificación y mantiene una retroalimentación constante, para evaluar cada uno de los aspectos que van surgiendo durante la ejecución del mismo. Aunque existe una gran variedad de modelos de gestión de riesgos, a continuación se presenta un modelo creado por el Department of Health and Human Services Food and Drug Administration Center for Drug Evaluation and Research (CDER) Center for Biologics Evaluation and Research (CBER), el cual se basó en estándares del PMI para el desarrollo de un modelo de planificación de riesgos adaptados al sector de la industria de alimentos.

Figura 1. Panificación de Riesgos.

1.3. Identificación de Riesgos



Figura 2. Diagrama de flujo proceso identificación de riesgos.

Existen diversos tipos de riesgos en un proyecto, los “riesgos previsibles”, son todas aquellas circunstancias que de presentarse durante el desarrollo y ejecución del proyecto, tienen la potencialidad de alterar el equilibrio del mismo, y son identificables y cuantificables en condiciones normales.

Los “riesgos imprevisibles”, por el contrario son aquellos riesgos que no se puede prever, y por tanto no es posible hacer planes de mitigación, a menudo son contrarrestados con planes de contingencia para minimizar el impacto generado.

Se estos pueden ser clasificados como:

Riesgos Económicos: Son aquellos que se derivan del comportamiento del mercado, tales como la fluctuación de los precios de los insumos, desabastecimiento y especulación de los mismos, entre otros [5].

Riesgos Sociales o Políticos: Son aquellos que se derivan por cambios de las políticas gubernamentales que sean probables y previsibles, tales como cambios en la situación política, sistema de gobierno y cambio en las condiciones sociales que tengan impacto en la ejecución del contrato [6].

Riesgos Operacionales: Son aquellos riesgos asociados a la operatividad del contrato [7].

Riesgos Financieros: Este riesgo tiene dos componentes básicos: el riesgo de consecución de financiación o riesgo de liquidez, y el riesgo de las condiciones financieras [8].

Riesgos Regulatorios: Son los posibles cambios regulatorios o reglamentarios que siendo previsibles, afecten el equilibrio contractual [9].

Riesgos de la Naturaleza: Son los eventos causados por la naturaleza sin la intervención o voluntad del hombre, que aunque pueden ser previsibles por su frecuencia o diagnóstico están fuera del control de las partes [10].

Riesgos Tecnológicos: Se refiere a eventuales fallos en las telecomunicaciones, suspensión de servicios públicos, advenimiento de nuevos desarrollos tecnológicos o estándares que deben ser tenidos en cuenta para la ejecución del contrato así como la obsolescencia tecnológica [11].

1.4. Análisis Cualitativo de Riesgos

La calidad y la credibilidad del análisis de riesgos requieren que se definan distintos niveles de probabilidad e impacto de los riesgos, específicos para el contexto del proyecto. Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos es el proceso de priorizar riesgos para análisis o acción posterior, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos. El beneficio clave de este proceso es que permite a los directores de proyecto reducir el nivel de incertidumbre y concentrarse en los riesgos de alta prioridad.

Cada riesgo se califica de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia y con el impacto sobre un objetivo, en caso de que se materialice [12]. En el PMBOK se presenta una matriz de probabilidad e impacto, la cual especifica las combinaciones de probabilidad e impacto que llevan a calificar los riesgos con una prioridad baja, moderada o alta.

Matriz de Probabilidad e Impacto										
Probabilidad	Amenazas					Oportunidades				
0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05
0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04
0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03
0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02
0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01
	0,05/ Muy Bajo	0,10/ Bajo	0,20/ Moderado	0,40/ Alto	0,80/ Muy Alto	0,80/ Muy Alto	0,40/ Alto	0,20/ Moderado	0,10/ Bajo	0,05/ Muy Bajo

Impacto (escala numérica) sobre un objetivo (p.ej., costo, tiempo, alcance o calidad)

Cada riesgo es calificado de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia y el impacto sobre un objetivo en caso de que ocurra. Los umbrales de la organización para riesgos bajos, moderados o altos se muestran en la matriz y determinan si el riesgo es calificado como alto, moderado o bajo para ese objetivo.

Figura 3. Matriz de Probabilidad e impacto

Fuente: Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK), 2013.

A menudo cada la organización establece las reglas de calificación de los riesgos de acuerdo a su conocimiento y experiencias adquiridas durante el desarrollo de

proyectos y son establecidas antes de dar inicio al proyecto. Estas reglas de calificación de los riesgos son globales, es decir pueden ser adaptadas a un proyecto específico y son usados en la etapa de planificación de riesgos. Para el caso práctico de estudio, a continuación son presentadas las reglas de calificación de riesgos que se encuentran establecidas y a su vez el marco referencial para la evaluación cualitativa de los riesgos. La Determinación de la severidad de impacto se define como el porcentaje de desviación entre el objetivo planteado “Target” y el estado actual del proyecto”. La definición de frecuencia de ocurrencia, se determina de acuerdo a la experiencia de proyectos ya ejecutados.

Severity definition	
<i>Applied on a critical success factor such as CANN, production volume, capex amount, time to market</i>	
<5% gap vs. target	low
Between 5 to 15% gap vs. target	medium
More than 15% gap vs. Target	high
Frequency definition	
<i>Occurrence during project</i>	
Should not happen (Has occurred once in the past)	low
May happen (Happened several times in the past)	medium
Will happen (happened more than once every 2 projects)	high
Criticality	
Appears automatically based on both the severity and frequency inputs. Criticality appears red for high, orange for medium and green for low.	

Figura 4. Guía para la determinación de la severidad y frecuencia.

Siguiendo los lineamientos del marco referencial establecido, una vez es determinada la severidad de impacto y la frecuencia de ocurrencia, es posible realizar la evaluación mediante una matriz de evaluación de riesgos.

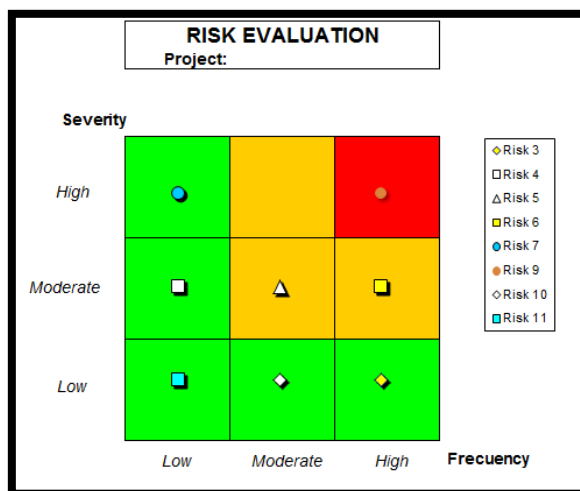


Figura 5. Matriz de evaluación de Riesgos.

Con los criterios de evaluación que ya descritos, es posible la creación de una matriz para realizar de una manera práctica el análisis cualitativo de riesgos, dicha matriz de evaluación como es demostrado en la siguiente figura.

	Item	Category	Description	Severity Index	Frequency Index	Resulting Criticality	Action	Responsible	New Status
TECHNICAL RISKS	1	Hardware	Short clear description of the risk	low	low	Low	(No action required)	ROT	Low
	2	Study		low	medium	Low	(Action plan to be defined)	DEP	Low
	3	Development		low	high	Low	(Action Mandatory to decrease)	TND	Medium
	4	Commissioning		medium	low	Low		APV	
	5	L62H3		medium	medium	Medium		SIEMENS	
	6	SF20/28		medium	high	Medium		SINFOR	
	7	MilkRec		high	low	Low		...	
	8	CIP		high	medium	Medium			
	9	New CT		high	high	High			
	10	Sugar/SAV1							
	11	Cnr/CT's/Inj							
	12	New P.T's							
	13	4 Cases's							
	14	Cnr: FT9/10/11/12							
	15	Sterilo C							
	16	Sterilo B							
	17	Sterilo A							
	18	Homo6							
	19								
MANAGEMENT RISKS	20	Planning							
	21	CANN							
	22	Production volume							
	23	Capex Budget							
	24	Environmental							
	25	Authorities							
	26	Others							

Figura 6. Plantilla de Análisis Cualitativo de riesgos

1.5. Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos

La determinación cuantitativa de un riesgo tiene como objetivo generar datos numéricos sobre los riesgos identificados durante la gestión de los riesgos con el fin de determinar los planes de mitigación, y control para los riesgos negativos y planes de aprovechamiento para los riesgos positivos, adicional a esto dicho análisis sirve como apoyo para la toma de decisiones, realización de un análisis de sensibilidad y valor monetario esperado y a su vez contribuir a la disminución de la incertidumbre del proyecto.

Un análisis cuantitativo de riesgos es un proceso por el cual, se determina de manera numérica a través de diversas herramientas, el impacto de cada uno de los riesgos ya sean positivos o negativos y que fueron identificados y afectan de manera directa o indirecta cada uno de los objetivos generales del proyecto. En el siguiente gráfico se muestran las entradas, herramientas y técnicas, y salidas de este proceso

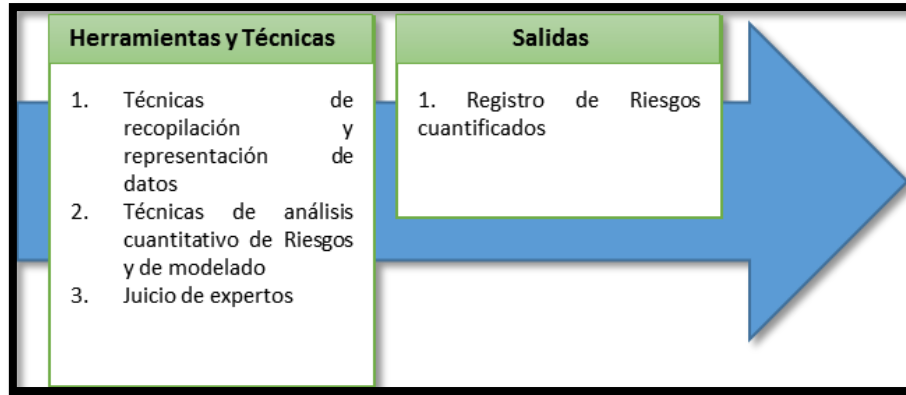


Figura 7. Diagrama de flujo proceso cuantificación de riesgos

1.5.1. Técnicas de Recopilación y Representación de Datos

Entrevistas. Las técnicas de entrevistas se basan en la experiencia y en datos históricos para cuantificar la probabilidad y el impacto de los riesgos sobre los objetivos del proyecto. La información necesaria depende del tipo de distribuciones de probabilidad que se vayan a utilizar.

Tormenta de ideas. El objetivo de la tormenta de ideas es obtener una lista completa de los riesgos del proyecto. Por lo general, el equipo del proyecto efectúa tormentas de ideas, a menudo con un grupo multidisciplinario de expertos que no forman parte del equipo.

Análisis de causa raíz. El análisis de causa raíz es una técnica específica para identificar un problema, determinar las causas subyacentes que lo ocasionan y desarrollar acciones preventivas.

2. RESULTADOS Y DISCUSIONES

2.1 Identificación de Riesgos

La identificación de los riesgos es un proceso iterativo debido a que estos pueden evolucionar o simplemente se pueden descubrir nuevos riesgos conforme el proyecto avanza a lo largo de su ciclo de vida. La frecuencia de iteración y la participación en cada ciclo varía de una situación a otra. El proceso debe involucrar al equipo del proyecto de modo que pueda desarrollar y mantener un sentido de propiedad y responsabilidad por los riesgos y las acciones de respuesta asociadas.

Para la identificación de riesgos operacionales asociados al dinamismo de la compañía, fue conformado un comité interdisciplinario con cada una de las áreas operativas que intervienen en la planeación y ejecución de los proyectos de inversión. En la siguiente tabla se encuentran los cargos junto con sus principales funciones:

Tabla 1. Participantes comité de identificación de riesgos.

Área	Funciones
Sub-área	
Cargo	
Industrial	
Ingeniería	
Project Manager	Director de proyectos Industriales
Project Engineer	
Producción	
Ingeniero de Producción	Coordinación de producción
Lider de Turno	Supervisor de producción
Ingeniero Perfomance	Verificar rendimiento de planta
Ingeniero de Proceso	Verificar condiciones del proceso de producción
Mantenimiento	
Coordinador de Mantenimiento	Coordinación de mantenimiento
Técnico Mecánico	Ejecutar manetenimientos preventivos, correctivo y predictivos electromecánicos
Técnico Instrumentación	Ejecutar manetenimientos preventivos, correctivo y predictivos de instrumentación
Calidad	
Calidad Corportiva	
Jefe de Calidad Corporativa	Monitoreo de la calidad del materias primas
Aseguramiento de Calidad	
Coordinador de Food Safety	Aseguramiento de la inocuidad del producto
Coordinador de Laboratorio	Monitoreo de la calidad del producto
Investigación y Desarrollo	
Producto	
Ingeniero de Producto	Elaboración de formulas para el desarrollo del producto
Empaques	
Ingeniero de Empaques	Elaboración de empaques primarios y secundarios
Operaciones	
Compras	
Compradores de Materiales	Comprar materias primas
Importaciones y Exportaciones	Seguimiento a las importaciones y exportaciones
Logística	
Operaciones Nacionales	Transito de producto, materias primas y devoluciones
Planeación	
Planeador de producción	Ajustar Materias primas de acuerdo al plan de producción.
Planeador de MP	Planear producción
Finanzas	
CAPEX	
Controller CAPEX	Controlar los gastos de CAPEX

Una vez conformado el equipo, fueron usadas las siguientes herramientas para la identificación de los riesgos:

- 1. Lluvia de ideas.** Mediante esta técnica fueron abordados los diferentes enfoques de manera ordenada y estructurada:
 1. Riesgos asociados la producto: Físicos, químicos, microbiólogos
 2. Riesgos asociados a la instalación: Mecánicos, eléctricos, ocupacionales, ambientales.
 3. Riesgos asociados a la producción.

4. Riesgos asociados a la provisión.

2. Entrevistas. Dichas entrevistas fueron enfocadas en 2 aspectos:

1. Documentar las inspecciones frecuentes
2. Análisis de Riesgo en las inspecciones y rutinas

Tras la evaluación de los proyectos que se encontraban en ejecución en el momento del análisis, y complementado con proyectos que ya se encuentran ejecutados y cerrados, en la primera etapa fueron determinados 298 riesgos operacionales que fueron clasificados bajos las siguientes categorías.

Tabla 2. Categorías de clasificación de riesgos

TYPE OF RISK	DESCRIPTION
FOOD SAFETY	Evaluación de parámetros para garantizar la inocuidad en los procesos de elaboración del producto para garantizar la salud del consumidor.
PACKAGING	Evaluación de características y propiedades de los empaques.
PRODUCT	Evaluación de características y propiedades organolépticas del producto.
PROJECT	Evaluación del alcance, alcance, tiempo costo y calidad del proyecto.
RAW MATERIAL	Evaluación de las materias primas.
LEGISLATION	Cumplimiento de normatividad interna y local (Colombia)
SUPPLY CHAIN	Cadena de logística y suministro.
INDUSTRIAL	Evaluación de los procesos industriales.

A su vez, cada uno de los riesgos fue clasificado en cada una de las áreas operativas, como se puede ver en la siguiente figura.

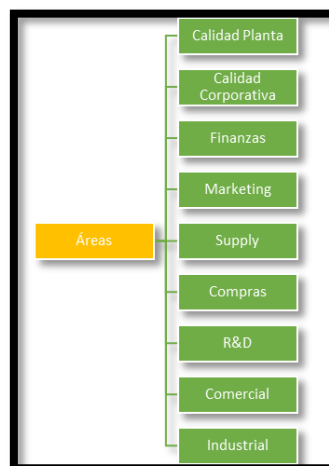


Figura 11. Áreas funcionales para la clasificación de proyectos.

Una vez determinados los riesgos fueron clasificados en una plantilla de riesgos estándar. Ver anexo 1.

Project:		Project Manager :		Site:		Date:				
				Code:		Version:				
Item	Category	Description	Severity Index	Frequency Index	Resulting Criticality	Action	Responsible	New Severity Index	New Frequency Index	New Status
1	FOOD SAFETY	Nuevas materias primas no incluidas en el plan de control del laboratorio y en el plan de vigilancia de calidad corporativa.	Moderate	High		Hacer un check List de nuevas MP, y validar el plan de auditorías y el actualizar los parámetros de aceptación.	Coordinador de Aseguramiento de Calidad	Low	Moderate	
2	FOOD SAFETY	No incluido dentro del HACCP el nuevo proyecto (materias primas, envases, No se valida la vida útil del producto. Mínimo por 3 meses.			0					0
3	FOOD SAFETY	Es un producto para niños y no se ha tenido en cuenta la Especificación del			0					0
4	FOOD SAFETY	Es un producto con ingredientes alérgenos			0					0
5	PACKAGING	Los controles de los materiales de empaque en la recepción no son			0					0

Figura 12. Risk Analysis Template.

2.2 Evaluación de Riesgos y mejoramiento de matriz de probabilidad e impacto bajo metodología PMI

A menudo la priorización de los riesgos está en función de la identificación solo de amenazas y por tanto los esfuerzos son enfocados en la generación de planes de mitigación; si bien la mayoría de riesgos afectan negativamente un proyecto, hay acciones que pueden tener un valor agregado si es potencializado de manera correcta. Por tal motivo como se observa en la figura 13 y siguiendo los lineamientos del PMI fue incluida una columna en la matriz de evaluación y así asegurar la identificación del tipo de riesgo: amenaza y oportunidad, el objetivo es brindar un apoyo visual al director de proyecto, para reducir la incertidumbre y enfocar su atención a las oportunidades de mejora y crecimiento.

Item	Category	Description	Class	Severity Index	Frequency Index	Resulting Criticality	Action	Responsible	New Severity Index	New Frequency Index	New Status
1	FOOD SAFETY	Nuevas materias primas no incluidas en el plan de control del laboratorio y en el plan de vigilancia de calidad corporativa.	Risk	Moderate	High		Hacer un check List de nuevas MP, y validar el plan de auditorías y el actualizar los parámetros de aceptación.	Coordinador de Aseguramiento de Calidad	Low	Moderate	
2	FOOD SAFETY	No incluido dentro del HACCP el nuevo proyecto (materias primas, envases, No se valida la vida útil del producto. Mínimo por 3 meses.	Opportunity			0					0
3	FOOD SAFETY	Es un producto para niños y no se ha tenido en cuenta la Especificación del				0					0
4	FOOD SAFETY	Es un producto con ingredientes alérgenos				0					0

Figura 13. Mejoramiento de matriz de evaluación cualitativa de riesgos.

2.3 Cuantificación de Riesgo

Para el cálculo financiero del impacto que tienen los diversos riesgos operacionales, y que afectan directamente el CAPEX o indirectamente los costos operativos (OPEX), se requiere de un proceso detallado que contemple un estudio exhaustivo de los diferentes factores que pueden incidir en su probabilidad de ocurrencia, la severidad de impacto y el costo de oportunidad de los mismos, para ello se requiere en su mayoría de los casos bases de datos que son creadas a partir de la experiencia en la ejecución de proyectos, con base en ello a continuación se encuentra el procedimiento desarrollado para determinar la aproximación del costo de un riesgo operacional específico.

A través de la evaluación cualitativa son determinados los puntos críticos de estudio, ya que a través de la matriz de evaluación de riesgos es generado un panorama sobre la severidad y la probabilidad de ocurrencia; tras la realización de la evaluación a los diferentes riesgos encontrados, se determinó que la aceptación de la maquinaria y en especial los equipos que han sido diseñados, desarrollados y fabricados bajo condiciones especiales y específicas con el objeto de asegurar la continuidad del negocio, es un aspecto de gran relevancia. Si estos no son realizados correctamente los impactos negativos serán de gran magnitud pero si por el contrario son realizadas de manera correcta potencializan las ganancias en tiempo, costo y calidad.

La metodología de aceptación tiene rigurosos protocolos de aprobación establecidos, que garantizan que ningún elemento pase desapercibido. Dichos protocolos están basados en las Pruebas de Aceptación de Fabricación (FAT)(Factory Acceptance Test por sus siglas en inglés), estas son las pruebas especificadas creadas en una industria, y es a través de ella que se validan cada uno de los parámetros de fabricación y operación, por ejemplo se evalúan parámetros como material de fabricación, pruebas operacionales y funcionales, dimensiones finales, pruebas de resistencia, pinturas, soldaduras y demás aspectos técnicos establecidos en los parámetros iniciales de diseño para cada proyecto, tal como se muestra en la siguiente figura 14, la no realización de dichas pruebas o la mala ejecución representan un riesgo potencial y requiere de un plan de mitigación inmediato.

34	PROJECT	Modificaciones del alcance en el transcurso del proyecto		Moderate	Moderate		Establecer master plan validado .
35	PROJECT	Pruebas FAT (Factory Acceptance Test) no realizadas, inconclusas o realizadas de manera incorrecta.	Risk	High	High		Se deben realizar pruebas FAT de acuerdo a los estandares establecidos, y deben ser diligenciados los formatos
36	PROJECT	Riesgos en los gastos industriales de acuerdo a lo contemplado en el brief		Low	Moderate		

Figura 14. Identificación de riesgo potencial.

Para la determinación del impacto fueron consultados los reportes financieros donde se presentaban los históricos de los flujos de caja de los centros de costos asociados a la inversión; en cada reporte se encuentra como indicador final la desviación resultante de la comparación del CAPEX y OPEX iniciales con respecto al CAPEX y OPEX finales de cada uno de los proyectos ejecutados. Se puede observar que gran parte de los cambios presentes en el cálculo de la desviación fueron debido a la capitalización de riesgos previsibles e imprevisibles, ya sea de manera positiva (Ahorros) o de manera negativa (Sobre-costos). Para el caso de estudio fueron tenidos en cuenta los indicadores finales de 3 proyectos realizados entre el año 2014 y 2015.

El primer proyecto, nace por la necesidad de implementar un sistema complementario para una llenadora de botellas, su función principal es la fabricación de tapas de aluminio. Tras buscar todas la soluciones de ingeniería del mercado local se concluyó que ninguna ofrecía las características necesarias para la operación, por tanto debió realizarse la compra de la maquinaria en un mercado extranjero. Tras la validación operativa y técnica del equipo, se realiza un presupuesto de inversión y operación que se detalla en la figura 15.

CAPEX ESTIMADO			
TRM = 1900			
ITEM	DESCRPCIÓN	COSTO USD	COSTO COP - IVA INCLUIDO
1	COSTO MÁQUINA	37.701	71.631.900
2	TRANSPORTE Y NACIONALIZACIÓN		21.489.570
3	CABLEADO ELÉCTRICO		6.000.000
4	INTEGRACIÓN MECÁNICA		10.000.000
5	AUTOMATIZACIÓN		5.000.000
6	IMPREVISTOS		4.300.000
7	COSTO START UP TÉCNICO		6.840.000
8	MATERIAS PRIMAS PRUEBAS		3.000.000
	TOTAL		128.261.470

OPEX MENSUAL ESTIMADO			
ITEM	DESCRPCIÓN	COSTO USD	COSTO COP - IVA INCLUIDO
1	RENDIMIENTO MÁQUINA (BPM)	30	-
2	NÚMERO DE OPERARIOS	1	800.000
3	NÚMERO DE FINALES DE LÍNEA	2	1.232.000
	TOTAL		2.032.000

Figura 15. Presupuesto de Inversión Inicial proyecto Botellas

La fabricación, importación y nacionalización de la maquinaria, fue establecido con un periodo total de 8 meses, como punto crítico la prueba FAT para este proyecto fue contemplada para la finalización de la etapa de fabricación, es decir la finalización del sexto mes. Cada prueba FAT tiene como objetivo hacer pruebas de funcionamiento y funcionalidad para no incurrir en retrasos durante el VSU, debido a las características del proyecto que nació como complemento a una llenadora existente más no como solución completa, la prueba debió realizarse como una simulación lo más aproximada al proceso ya instalado. Los requerimientos para la realización de las pruebas fueron:

- 5 Rollos de Foil (65% Aluminio y 35% Poliestileno y laca)
- 1000 Botellas.

Desarrollo de la prueba:

Diversos factores alteraron el desarrollo normal de la prueba. La razón fundamental fue dado en el comportamiento del mercado colombiano, ya que este está basado en una adaptabilidad debido a las condiciones de dinamismo que sufre, representado en el mercado de las materias primas para el sector de alimentos y la comercialización de los productos que aplicados al caso de estudio son de consumo masivo. La primera alteración fue encontrada en las características del materia para la

fabricación del Foil, ya que no cumplía con los estándares establecidos al inicio del proyecto, fue usado un material con características similares al establecido inicialmente mientras el proveedor lograba desarrollar la materia prima final con las características acordadas. La segunda alteración fue dada por el departamento de Marketing de la compañía, el diseño final de la botella dependía de los resultados de los estudios de mercado y un retraso en la emisión de los mismos determinó que las pruebas debieron hacerse con una aproximación del diseño final de la botella. En las pruebas operativas se pudo observar que por las características de la materia prima de las tapas de aluminio, se presentaron deformaciones en la forma final de la misma debido a que el porcentaje de aluminio era inferior al requerido, y por tanto las tapas no podían encajar en la boca de las botellas quienes presentaban un altura menor. Dado que el proyecto presentaba gran expectativa de crecimiento para la compañía, se determinó aceptar la prueba omitiendo los protocolos establecidos.

En el contrato de compraventa se encontraba establecido una visita del técnico para la instalación y la puesta en marcha, debido a las inconsistencias en el desarrollo del material se debieron hacer dos visitas adicionales, adicional a ello como plan de mitigación a la no operación de la maquinaria y mientras la realización de los ajustes técnico, se debió hacer uso de personal operativo adicional lo que aumento el costo del gasto operativo.

CAPEX EJECUTADO			
TRM = 2100			
ITEM	DESCRPCIÓN	COSTO USD	COSTO COP - IVA INCLUIDO
1	COSTO MÁQUINA	37.701	79.172.100
2	TRANSPORTE Y NACIONALIZACIÓN		23.751.630
3	CABLEADO ELÉCTRICO		6.000.000
4	INTEGRACIÓN MECÁNICA		11.600.000
5	AUTOMATIZACIÓN		4.640.000
6	IMPREVISTOS		2.769.400
7	COSTO START UP TÉCNICO		7.340.000
8	MATERIAS PRIMAS PRUEBAS		6.000.000
9	1ERA VISITA TÉCNICA ADICIONAL		7.824.000
10	2DA VISITA TÉCNICA ADICIONAL		6.410.032
	TOTAL		155.507.162

OPEX MENSUAL EJECUTADO			
ITEM	DESCRPCIÓN	COSTO USD	COSTO COP - IVA INCLUIDO
1	RENDIMIENTO MÁQUINA (BPM)	-	-
2	NÚMERO DE OPERARIOS	1	800.000
3	NÚMERO DE FINALES DE LÍNEA	4	2.464.000
	TOTAL		3.264.000

Figura 16. Presupuesto de Inversión final proyecto Botellas

Se puede observar que debido a la realización incorrecta en la prueba FAT, las desviaciones de los gastos y costos con respecto a lo planeado, presentan una variación como se muestra en la figura 17:

DIFERENCIAS CAPEX	DIFERENCIAS OPEX
27.245.692	1.232.000
PORCENTAJE	PORCENTAJE
18%	38%

Figura 17. Desviación presupuesto proyecto Botellas.

Con el crecimiento del volumen de ventas de la compañía, la capacidad instalada no era apta para el cumplimiento del plan de producción proyectado, es por esta razón que el segundo proyecto contempla la adquisición de un tanque de almacenamiento de producto terminado con una capacidad de 20 Toneladas junto con el conjunto de válvulas. En la figura 18 es detallado el CAPEX presupuestado para el desarrollo del proyecto.

CAPEX ESTIMADO			
TRM = 2800			
ITEM	DESCRPCIÓN	COSTO EUR	COSTO COP - IVA INCLUIDO
1	TANQUE		87.000.000
2	TRANSPORTE		4.000.000
3	CABLEADO ELÉCTRICO		12.000.000
4	INTEGRACIÓN MECÁNICA		15.000.000
5	AUTOMATIZACIÓN		38.000.000
6	IMPREVISTOS		4.300.000
7	VÁLVULAS	14.400	40.320.000
8	INSTRUMENTOS		67.895.000
9	MATERIAS PRIMAS PRUEBAS		3.000.000
	TOTAL		271.515.000

Figura 18. Presupuesto de Inversión inicial proyecto Tanque.

Una vez finalizada la fabricación son realizadas las pruebas FAT, dentro de los criterios de aceptación más significativos se encuentran la calidad de la soldadura y del aislamiento, diseño de las paletas y pruebas de agitación, las evaluaciones técnicas realizadas fueron satisfactorias pero en sí encontró una inconsistencia en las pruebas de agitación, ya que el tanque fue llenado hasta la mitad de su capacidad por tanto las paletas superiores no entraron en contacto con el fluido. Después de realizado el montaje y en las primeras pruebas industriales donde se utilizó con una masa experimental se observó que las paletas de los impulsores estaban mal diseñadas ya que no hicieron un flujo axial sino radial lo cual afectaba

las características organolépticas del producto, por tanto debió ser ejecutado un plan de rediseño para tener las condiciones de agitación adecuadas, una vez finalizada esta etapa se generaron 6 pruebas adicionales como medida de aseguramiento de la calidad de los productos siendo este el principal impacto en los sobrecostos.

CAPEX EJECUTADO			
TRM = 2654			
ITEM	DESCRPCIÓN	COSTO EUR	COSTO COP - IVA INCLUIDO
1	TANQUE		87.748.200
2	TRANSPORTE		4.000.000
3	CABLEADO ELÉCTRICO		12.122.000
4	INTEGRACIÓN MECANICA		15.838.640
5	AUTOMATIZACION		40.600.000
6	IMPREVISTOS		2.000.000
7	VÁLVULAS	14.400	38.217.600
8	INSTRUMENTOS		71.161.077
9	MATERIAS PRIMAS PRUEBAS		80.000.000
TOTAL			351.687.517

Figura 19. Presupuesto de Inversión Final proyecto Tanque.

En la figura 20 se observa la diferencia entre el costo presupestado y el costo real del proyecto.

DIFERENCIAS CAPEX
80.172.517
PORCENTAJE
23%

Figura 20. Desviación presupuesto proyecto Tanque.

El término outsourcing, también conocido como tercerización, se refiere al proceso que ocurre cuando una organización contrata a otra para que realice parte de su producción, preste sus servicios o se encargue de algunas actividades que le son propias. Las organizaciones recurren al outsourcing para abaratar costos, mejorar la eficiencia y concentrarse en aquellas actividades que dominan mejor y constituyen la base de su negocio. Según los propósitos internos de la compañía, los planes de productividad nacen de contemplar proyectos que traigan ahorros significativos a la operación, por lo tanto el tercer y último proyecto es la compra de una maquina

especializada que elimine la tercerización del empaque de las sobrecopas de cereal que son el complemento de los productos lácteos fermentados. En la figura 21 se encuentra la descripción detallada del CAPEX destinado para esta inversión.

CAPEX ESTIMADO			
ITEM	DESCRPCIÓN	COSTO	COSTO COP - IVA INCLUIDO
1	MÁQUINA		612.990.000
2	TRANSPORTE		2.000.000
3	ACOMETIDA ELECTRICA		7.000.000
4	ADECUACIONES CIVILES		3.000.000
	TOTAL		624.990.000

Figura 21. Presupuesto de Inversión Inicial proyecto Envasadora Cereal.

Los retrasos de ingeniería son consecuencia de la mala planeación e inexperiencia del desarrollador, para este proyecto debido a diversos factores técnicos, como la errónea selección del sistema de transmisión de movimiento principal, sensores no aptos para la aplicación y errores de programación dieron cabida a un retraso de tres meses. De acuerdo a los términos contractuales, la no entrega del trabajo en los tiempos establecidos genera una indemnización por perdida de producción y productividades y en este caso seguir usando los servicios de tercerización. Con el afán de no entrar en grandes pérdidas de productividad, el comité directivo de la compañía decidió realizar una prueba de aceptación FAT con la máquina a media marcha, como era de esperarse en dicha prueba no se cumplían los protocolos de aceptación establecidos, pero por el mercado de gran crecimiento y el aumento en la demande de sobrecopas, se decidió aceptar la maquina con este incumplimiento operacional.

Una vez instalada la máquina y funcionando a media marcha debido a los retrasos producidos, se genera una indemnización correspondiente al 9,78% del valor del contrato. Por tal motivo como se observa en la figura 22, el CAPEX final fue menor al presupuestado.

CAPEX EJECUTADO			
ITEM	DESCRPCIÓN	COSTO EUR	COSTO COP - IVA INCLUIDO
1	MÁQUINA		612.990.000
2	INDEMNIZACIÓN		(60.000.000)
3	TRANSPORTE		2.000.000
4	ACOMETIDA ELECTRICA		7.000.000
5	ADECUACIONES CIVILES		3.000.000
	TOTAL		564.990.000

Figura 22. Presupuesto de Inversión Final proyecto Envasadora Cereal.

En la figura 23 se observa que la diferencia obtenida entre el presupuesto final y el presupuesto inicial, un monto a favor debido al beneficio contractual, que fue dado por el retraso en el tiempo de entrega, pero también ocasiono pérdida de productividad, aumento de merma (perdida de materia prima en la producción) y costos adicionales de operación.

DIFERENCIAS CAPEX
(60.000.000)
PORCENTAJE
-10%

Figura 23. Desviación presupuesto proyecto Envasadora Cereal.

En las Figuras 24 y 25 se observa el costo de oportunidad que fue calculado para la perdida de la productividad, este costo básicamente refleja la perdida de ahorro por la aceptación de las prueba FAT bajo condiciones que estaban por fuera de los protocolos establecidos.

Costo de Oportunidad		
CODIGO	DESCRIPCIÓN	Ahorro
290111	SOBRECOPA BUZZ 2013 BOLITAS DE CHOCOLATE	33,73
290106	COBRA + SERVICIO DE ENSAMBLADO	21,73
290232	SOBRECOPA BUZZ 2012 SUGAR	31,22
290101	CEREAL SUGAR	28,76
290100	CEREAL CHOCO	70,70

Figura 24. Costo de oportunidad sobrecopas

COD_ARTICULO	ARTICULO	SNAMOS	Agosto	Septiembre	Octubre	Total Unidades	Costo de Oportunidad de Unidad	Costo Unidades
140001	CEREAL CHOCO + SERV DE ENSAMBLADO	TRADING FOODS LTDA	393.408,00	817.920,00	517.248,00	1.728.576,00	70,70	122.210.323,20
140002	CEREAL SUGAR + SERV DE ENSAMBLADO	KAPIRO S.A.S	414.376,00	501.342,00	520.116,00	1.435.834,00	28,76	41.287.733,10
		TRADING FOODS LTDA	683.136,00	722.880,00	661.248,00	2.067.264,00	28,76	59.444.646,30
140007	SERVICIO ENSAMBLADO COBRA M&M	KAPIRO S.A.S	96.000,00	212.250,00	125.250,00	433.500,00	21,73	9.417.886,05
140025	Servicio de Ensamblado Chocobolas	KAPIRO S.A.S	48.600,00	23.460,00		72.060,00	33,73	2.430.139,88
						Productividad		234.790.828,54

Figura 25.Costo total de oportunidad sobre copas

3. CONCLUSIONES

- En cada proyecto deben ser contemplado la evaluación cualitativa de riesgo, ya que esta nos permite tener un enfoque más asertivo de los puntos críticos de control y así generar planes de mitigación y prevención a realizar, además de ayudar a reducir la incertidumbre y enfocar su atención a las oportunidades de mejora y crecimiento.
- Con el mejoramiento a la matriz de evaluación de riesgo, se observó que todas los eventos identificados pueden generar valor agregado al proyecto si es identificado a tiempo, ya que si es un riesgo negativo le será adjudicado un plan de mitigación o prevención, de otro lado si genera un impacto positivo se harán medidas para potencializar su desarrollo.
- La evaluación cuantitativa es una ardua labor que requiere de diferentes técnicas de medición, las bases de información son parte fundamental, además del juicio de expertos que a través de sus opiniones generan un gran complemento. Para el caso de estudio una vez revisado los tres proyectos, es posible concluir que la realización de las pruebas FAT de manera no correcta, incompleta o inconclusa, da oportunidad a la capitalización a un riesgo de sobre costo, en este caso la severidad fue elevada ya que se incurrió en sobre costos con un rango entre 18 y el 25% del CAPEX presupuestado, adicional de pérdidas de productividades y gran impacto en el OPEX con un rango entre 30 – 40% adicional mensual.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Revista Dinero., (2015). Se mueve el mercado de los lácteos en Colombia. En: <http://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/consumo-productos-lacteos-colombia/205416>
- [2][3][13] Project Management Institute, Inc, (2013). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). Newtown Square, Pensilvania 19073-3299 EE.UU

[4] U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration Center for Drug Evaluation and Research (CDER) Center for Biologics Evaluation and Research (CBER). (2006). Guidance for Industry, Q9 Quality Risk Management.

[5][6][7][8][9][10][11] Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia Departamento Nacional de Planeación. (2011). Documento Conpes.

[13] Jay L. Devore., (2012). Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. México DF, Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.